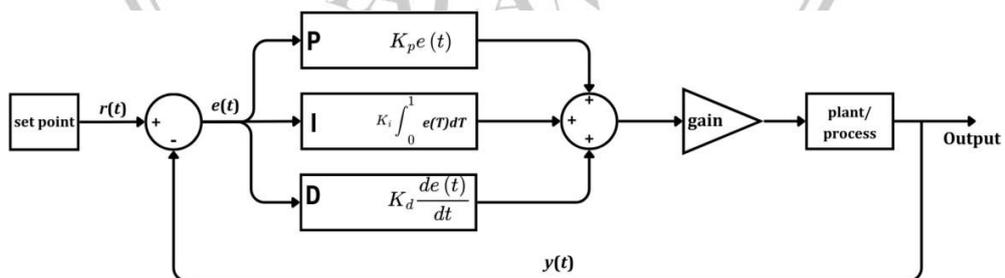


## BAB II

### SPESIFIKASI

#### 2.1 Definisi, Fungsi Dan Spesifikasi

Desain dan pengembangan sistem *gume tape* merupakan sebuah inovasi untuk mengatasi permasalahan yang dialami oleh teknisi sesuai paparan yang telah dijelaskan sebelumnya. Perlunya sinkronisasi antara sistem *gume tape* dengan Konveyor ini diperlukan untuk memberikan kestabilan ketika proses pelabelan pada sistem *gume tape*, sehingga akan menghasilkan hasil stiker yang presisi terhadap produk. Sistem ini bekerja saat sensor Photoelectric membaca produk yang melewati Konveyor, sehingga Motor Stepper memutar material dan menempelkan stiker pada produk yang berjalan. Mesin ini memiliki dua komponen utama, yakni Motor Induksi sebagai penggerak Konveyor dan Motor Stepper sebagai penggerak sistem *gume tape*. Komunikasi antara Motor Induksi dengan PLC menggunakan modbus RTU yang terhubung pada Inverter ATV12. Kendali Motor Stepper menggunakan Driver DM542 yang terkoneksi dengan PLC. Seluruh kontrol, pengaturan dan monitoring Mesin Label akan tampil pada HMI yang akan memudahkan teknisi / operator melakukan konfigurasi sistem. Penambahan kontrol PID *autotuning* pada PLC sebagai kontrol posisi pada Motor Induksi, akan menambah tingkat keakurasian dalam pelabelan produk seperti pada. Pada kontrol PID ini frekuensi Inverter akan diatur otomatis yang bergantung pada pembacaan kecepatan melalui *feedback* berupa sensor Rotary Encoder. Sehingga jika terjadi perubahan beban mekanis pada Konveyor, PID akan mencari nilai kecepatan sesuai dengan pengaturan *setpoint* pada HMI. Gambaran cara kerja Kontrol PID terdapat pada Gambar 2.1.



**Gambar 2.1** Diagram Kontrol PID

$$mv(t) = Kp(e(t) + \frac{1}{Ti} \int_0^t e(t)dt + Td \frac{de(t)}{dt})$$

$mv(t)$  = *output* dari pengontrol PID atau *Manipulated Variable*

$K_p$  = konstanta Proporsional

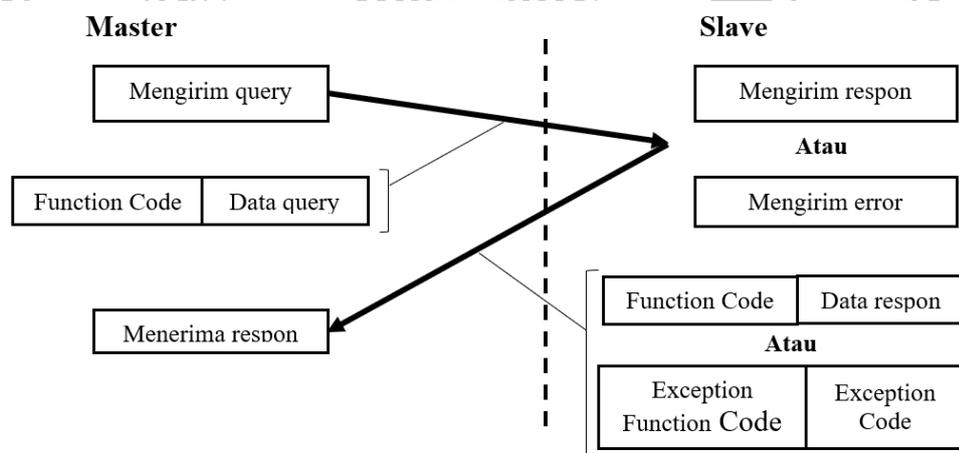
$K_i$  = konstanta Integral

$K_d$  = konstanta Derivatif

$e(t)$  = *error* (selisih antara *set point* dengan level aktual)

Modbus merupakan protokol komunikasi serial yang awalnya diterbitkan oleh Modicon pada tahun 1979 untuk digunakan dengan pengontrol logika terprogram (PLC)[2]. Protokol modbus digunakan untuk pertukaran data antara PLC dengan perangkat lain yang memiliki fitur tersebut. Protokol ini membangun komunikasi yang akan divisualisasikan dan digunakan untuk pengontrol lainnya dengan jenis jaringan yang diperlukan untuk berkomunikasi. Hal ini menggambarkan proses protokol yang digunakan sebagai permintaan akses pada perangkat lain, cara merespon dari perangkat lain dan akan memberikan indikasi jika terdeteksi melakukan kesalahan.

Kendali ini menggunakan teknik *master-slave* dimana hanya satu perangkat (*master*) yang akan memulai komunikasi dengan perangkat lain yang disebut dengan *queries*. Perangkat yang terhubung pada Modbus RTU adalah Inverter yang akan menyediakan data yang diminta oleh *master*[3]. Proses transaksi antara *master* dan *slave* pada Modbus digambarkan pada Gambar 2.2.



**Gambar 2.2** Proses Transaksi Master dan Slave pada Modbus

**Query:** Kode fungsi dalam permintaan memberitahu perangkat slave yang dituju pada jenis tindakan apa yang harus dilakukan. Data *byte* berisi informasi tambahan yang dibutuhkan *slave* untuk menjalankan fungsinya. Misalnya, kode

fungsi 03 akan menanyakan slave untuk membaca register penampung dan merespons dengan isinya. Bidang data harus berisi informasi yang memberitahu register mana yang harus dimulaidan berapa banyak register yang harus dibaca. Bidang pemeriksaan kesalahan menyediakan metode untuk memvalidasi integritas isi pesan.

**Respon:** Jika respon normal, kode fungsi dalam respon adalah gema dari kode fungsi dalam permintaan. Data *byte* berisi data yang dikumpulkan oleh *slave*, seperti nilai register atau status. Jika terjadi kesalahan, kode fungsi dimodifikasi untuk menunjukkan bahwa respon adalah respons kesalahan, dan data *byte* berisi kode yang menjelaskan kesalahan. Pemeriksaan kesalahan memungkinkan master untuk mengkonfirmasi bahwa isi pesan valid[8].

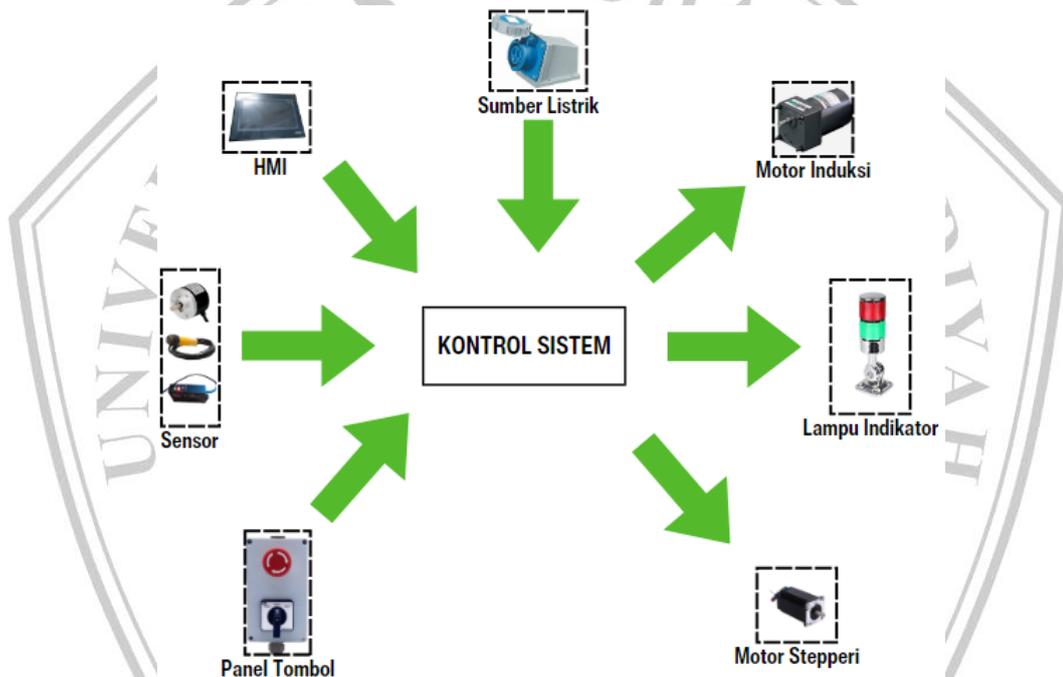
Terdapat 7 Mesin Label yang beroperasi di PT Gudang Baru Berkah yang dapat digunakan sebagai mesin tambahan untuk membantu manusia melakukan pelabelan pada produk secara otomatis. Pada seluruh mesin tersebut masih terdapat kekurangan dalam hal efektivitas mesin terhadap produk yang dihasilkan. Maka dari itu, diperlukan solusi yang dapat memenuhi kebutuhan produk dengan tingkat kestabilan sistem dan kepresisian stiker terhadap produk. Serta kemudahan teknisi maupun operator untuk melakukan sinkronisasi dan konfigurasi Mesin Label, Desain dan pengembangan sistem *gume tape* yang diajukan menawarkan banyak keuntungan dalam mengatasi permasalahan pada Mesin Label seperti:

1. Kontrol PID pada PLC akan menambah tingkat keakurasian pada kestabilan kecepatan Konveyor.
2. Komunikasi Modbus RTU PLC dengan Inverter, akan mempermudah konfigurasi dan monitoring Motor Induksi.
3. Penambahan sistem manual pada Mesin Label, akan mempermudah teknisi melakukan *trial* mesin dan perbaikan ketika terjadi *failure* pada mekanis.
4. Sistem yang dirancang memudahkan konfigurasi mesin dalam sinkronisasi antara Konveyor dengan sistem *gume tape* serta menambah tingkat kepresisian dalam proses pelabelan.

Desain dan pengembangan sistem *gume tape* pada Mesin Label ini

merupakan salah satu sistem paling ampuh untuk mengatasi permasalahan yang dikeluarkan oleh *Quality* dan teknisi. Salah satu komponen mendasar yang dibutuhkan untuk pengembangan sistem *gume tape* ini adalah adanya *Rotary Encoder*. Komponen ini bekerja untuk membaca RPM sekaligus pemberi *feedback* pada PLC sebagai *autotuning* PID kontrol.

Desain dan pengembangan sistem yang telah dibuat akan menghasilkan produk yang lebih stabil serta memperbaiki performa pada Mesin Label. Dengan desain baru dan pengembangan pada sistem ini akan memperbaiki efektifitas pada Mesin Label. Untuk melakukan hal tersebut, maka diperlukan komponen dan aktuator seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.3.



**Gambar 2.3** Ide Diagram Desain dan Pengembangan Sistem Gume Tape

Secara singkat, desain dan pengembangan sistem *gume tape* pada Mesin Label ini menggunakan sensor Photoelectric sebagai pembacaan produk untuk memicu sistem *gume tape* yang digerakkan oleh Motor Stepper. Sensor FC-2100 akan menjadi *stopper* Motor Stepper dalam proses pelabelan tiap produk yang berjalan melalui Konveyor. Sensor Rotary Encoder akan menghasilkan nilai RPM yang akan menjadi *feedback* Kontrol PID. Kontrol PID ini berfungsi sebagai kontrol posisi Motor Induksi sebagai penggerak Konveyor.

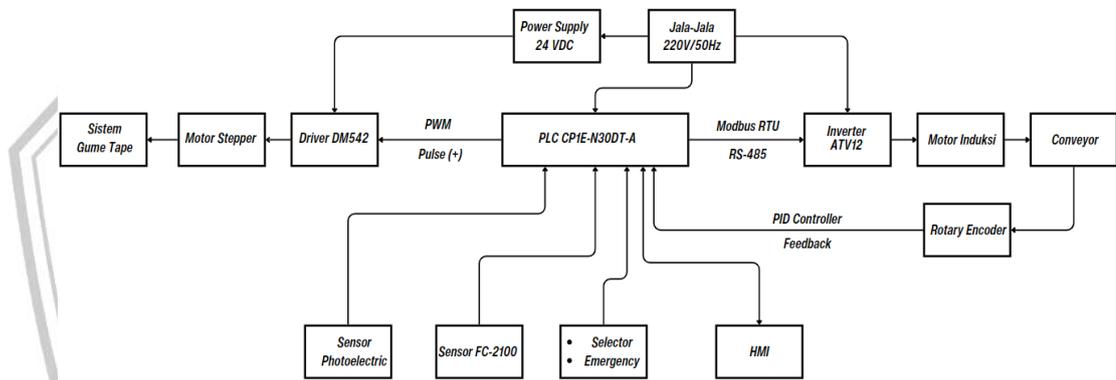
Desain dan pengembangan sistem *gume tape* tersebut akan menjadi solusi

untuk seluruh Mesin Label yang terpasang di PT Gudang Baru Berkah Kepanjen. Selain Mesin Label metode tersebut juga bisa diterapkan pada sistem yang lainnya. Sehingga dengan adanya proyek ini diharapkan untuk dapat meningkatkan efektifitas Mesin Label serta dapat menjadi solusi pada sistem yang lain ketika terjadi permasalahan yang saat ini terjadi.

## 2.2 Desain

### 2.2.1 Spesifikasi Fungsi dan Performasi

Pada bab ini menggambarkan diagram blok komponen alat dan cara kerja dari desain dan pengembangan sistem Mesin Label. Diagram blok dipaparkan pada Gambar 2.4.



**Gambar 2.4** Diagram Blok Sistem

1. Jala-Jala 220VAC-50Hz digunakan sebagai *supply* tegangan untuk Power Supply, Inverter dan PLC.
2. Power Supply digunakan sebagai sumber tegangan Driver Stepper dan komponen lain yang membutuhkan sumber tegangan DC.
3. PLC digunakan sebagai kontrol yang terprogram untuk menjalankan seluruh sistem pada Mesin Label.
4. Inverter digunakan sebagai kendali Motor Induksi sebagai penggerak Konveyor dengan PLC menggunakan komunikasi Modbus RTU.
5. Modbus RTU digunakan sebagai komunikasi antara PLC dengan Invertermenggunakan siklus *query-response* yang bisa divisualisasikan melalui HMI.
6. Driver Stepper digunakan sebagai penggerak Motor Stepper yang dikontrol menggunakan PLC. Motor Stepper ini digunakan sebagai

penggerak sistem *gume tape* yang berfungsi sebagai penempel stiker pada produk yang berjalan setelah terdeteksi oleh sensor.

7. Sistem *gume tape* sebagai penempel stiker pada sisi kiri dan kanan produk. Sistem ini bekerja saat sensor membaca benda (produk) yang melewati Konveyor, sehingga Motor Stepper memutar material dan menempelkan stiker pada produk yang berjalan.
8. Rotary Encoder digunakan untuk memberikan nilai RPM sebagai umpan balik pada PID kontrol.
9. HMI digunakan sebagai konfigurasi dan monitori seluruh sistem Mesin Label.
10. Selektro Switch digunakan sebagai tombol penggunaan yang difungsikan untuk memilih sistem *auto* atau *manual*.
11. Tombol Emergency digunakan sebagai tombol *warning* ketika terjadi *failure system*, yang mana ketika tombol ini ditekan akan menonaktifkan seluruh sistem.
12. Sensor FC-2100 digunakan sebagai pembacaan jeda material pada sistem *gume tape* yang berfungsi sebagai pemicu *brake* Motor Stepper.
13. Sensor Photoelectric digunakan sebagai pembacaan produk yang akan melewati sistem *gume tape* yang difungsikan sebagai pemicu Motor Stepper untuk melakukan pelabelan pada produk.
14. Konveyor digunakan sebagai penggerak produk dari mesin CM-40SX menuju sistem pelabelan.
15. Sistem *gume tape* merupakan alat otomatisasi pelabelan yang berfungsi sebagai penempel material berupa stiker pada produk secara otomatis, yang digerakkan oleh Motor Stepper melalui beberapa Roller.
16. Driver DM542 digunakan sebagai kontrol Motor Stepper yang mana driver ini dikendalikan oleh PLC melalui sinyal pulsa.
17. Inverter ATV12 digunakan sebagai *driver* Motor Induksi yang juga dikontrol oleh PLC melalui komunikasi Modbus RTU.
18. Motor Induksi digunakan sebagai penggerak *belt* Konveyor.
19. Motor Stepper digunakan sebagai penggerak Roller sistem *gume tape*.

### 2.2.2 Spesifikasi Produk

Desain dan pengembangan sistem *gume tape* pada Mesin Label mengedepankan kemudahan dalam konfigurasi antara sistem *gume tape* dengan Konveyor yang bisa diakses melalui HMI. Serta penambahan kontrol PID untuk meningkatkan kestabilan kecepatan konveyor. Hal ini menjadi prioritas yang akan meningkatkan efektifitas Mesin Label dan kualitas produksi yang lebih baik.

### 2.2.3 Spesifikasi Fisik Dan Lingkungan

Desain dan pengembangan sistem *gume tape* harus mampu melakukan kerja dan performa sehari-hari pada Mesin Label. Target pada sistem ini adalah meningkatkan efektifitas Mesin Label dengan tingkat kestabilan dan kepresisian pada produk menjadi lebih baik. Dengan penambahan kontrol PID pada Konveyor menggunakan komunikasi Modbus RTU dan visualisasi konfigurasi dan monitoring melalui HMI, akan mempermudah operator maupun teknisi untuk melakukan setting sinkronisasi sistem *gume tape* dengan mudah. Spesifikasi sistem terlihat pada Tabel 2.1 spesifikasi performa sistem.

**Tabel 2.1** Spesifikasi Performa Sistem

Parameter	Bahan yang diukur	Range
Daya Listrik	Suplai	AC 220V, 50Hz
	Daya maksimum sistem	1200 watt
Kondisi lingkungan saat sistem tidak beroperasi	Suhu	25°C hingga 35°C
	Kelembapan	65-95%
Kondisi lingkungan saat sistem beroperasi	Suhu	30°C hingga 45°C
	Kelembapan	65-90%

Perancangan sistem diusahakan cukup mudah dalam penggunaan karena target yang diinginkan adalah pengoperasian dan *maintenance*. Di dalam proses perakitan dibutuhkan ketelitian dan kerapian di dalam panel agar dapat mengurangi tingkat kerusakan dan konsleting listrik sehingga komponen tidak terlepas dan rusak.

### 2.3 Verifikasi

Proses dan tahapan pengujian, analisa toleransi, pengujian keandalan antara lain sebagai berikut :

#### 1. Prosedur Pengujian

Proses pengujian yang dilakukan adalah pengujian terhadap kualitas yang dihasilkan dari perancangan sistem pada Mesin Label.

#### 2. Analisis Toleransi

Yang paling menentukan dari keseluruhan sistem ini adalah PID kontrol.

Hal ini dikarenakan kontrol PID dapat memberikan kestabilan Konveyor ketika terjadi perubahan beban .

#### 3. Pengujian Keandalan

Pengujian keandalan dilakukan dengan pengujian penganturan, konfigurasi dan monitoring sistem Mesin Label.

### 2.4 Biaya dan Jadwal

Dalam proses pengembangan sistem ini membutuhkan biaya produksi.

Analiis biaya untuk pengembangan proyek ini dipaparkan pada Tabel 2.1:

**Tabel 2.2** Biaya Pembelian Komponen

No.	Pengeluaran	Harga	Jumlah	Total Harga
1.	PLC	Rp 2.500.000	1 PCS	Rp 2.500.000
2.	Label Sensor FC-2100	Rp 750.000	2 PCS	Rp 1.500.000
3.	Schneider Inverter	Rp 2.150.000	1 PCS	Rp 2.150.000
4.	Motor Stepper Driver	Rp 225.000	2 PCS	Rp 450.000
5.	<i>Adaptor Power Supply</i>	Rp 200.000	1 PCS	Rp 200.000
6.	Kabel NYAF 1.5mm	Rp 350.000	1 Roll	Rp 350.000
7.	Sensor <i>Proximity</i>	Rp 50.000	2 PCS	Rp 100.000
8.	Sensor <i>Photoelectric</i>	Rp 150.000	2 PCS	Rp 300.000
9.	Ducting 45x45	Rp 50.000	2 PCS	Rp 100.000
10.	Skun <i>Ferrules</i> 1.5	Rp 37.500	2 Pack	Rp 75.000
11.	<i>Tower Light</i>	Rp 350.000	1 PCS	Rp 350.000
12.	Skun Y 1.5	Rp 50.000	1 Pack	Rp 50.000
13.	Relay DC	Rp 50.000	3 PCS	Rp 150.000
14.	MCB	Rp 100.000	1 PCS	Rp 100.000
16.	Rotary Encoder	Rp. 774.000	1 PCS	Rp. 774.000
Total				Rp 9.149.000

Jadwal dan waktu pengembangan produk pada table berikut :

**Tabel 2.3** Jadwal dan waktu pengembangan produk

<b>Proses</b>	<b>Fase</b>	<b>Deliverables</b>	<b>Jadwal</b>	<b>Kebutuhan Resources</b>
Perancangan konsep sistem dan spesifikasi	Studi Literatur	-	Bulan ke-1	Dosen pembimbing
	Penetapan fitur sistem	C100		Dosen pembimbing
Spesifikasi teknis	Penetapan Spesifikasi teknis	C200	Bulan ke-2	Dosen pembimbing
Perancangan desain sistem	Penetapan desain sistem	C300 versi 1	Bulan ke-3&4	Dosen pembimbing
	Penetapan desain Sistem lanjut	C300 versi 2		Dosen pembimbing
	Penetapan desain Sistem akhir	C300 versi 3		Kepala koordinator teknisi Perusahaan
Pengerjaan <i>hardware</i>	Pemesanan alat dan bahan	Alat dan bahan lengkap	Bulan ke-5&6	Supplier alat dan bahan, alat komunikasi
	Perakitan alat	Sistem selesai dirakit		Alat dan bahan
	Perancangan <i>hardware</i> tahap awal	C400 versi 1	Bulan ke-7&8	Komponen penyusun produk
	Perancangan <i>hardware</i> final	C400 versi 2		Teknisi Perusahaan
	Pengetesan produk	Validasi <i>trial</i>		C500 versi 1
Validasi <i>commisioning</i>		C500 versi 2	Dosen pembimbing, Teknisi Perusahaan	